

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет  
«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
И.Г. Игнатова  
«24» 08 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
«ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ»**

Направление подготовки - 01.03.04 «Прикладная математика»  
Профиль - «Применение математических методов к решению инженерных и  
естественнонаучных задач»

2018 г.

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенции ОП	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения подкомпетенций
ОПК-1. Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике	ОПК-1.ДУ Способен использовать абстрактные модели и методы теории дифференциальных уравнений при решении задач в области естественных наук и инженерной практике	ИД-1(ОПК-1.ДУ) Знать основные положения теории обыкновенных дифференциальных уравнений и теории устойчивости, теории числовых и степенных рядов. ИД-2(ОПК-1.ДУ) Уметь решать основные типы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка, линейных дифференциальных уравнений и систем с постоянными коэффициентами, исследовать на устойчивость решения дифференциальных уравнений и систем ИД-3(ОПК-1.ДУ) Владеть навыками построения и исследования простейших математических моделей реальных объектов и процессов с использованием аппарата теории обыкновенных дифференциальных уравнений.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы, изучается на 1 курсе 2 семестре (очная форма обучения).

Для изучения дисциплины студент должен владеть знаниями и умениями в объёме программы математики полной средней школы, а также основами дифференциальными и интегрального исчисления.

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1	2	4	144	32	-	32	80	ЗаО

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	лекции	практические занятия	лабораторные занятия		
1. Числовые ряды. Дифференциальные уравнения 1-го порядка.	14	14	-	40	Большое домашнее задание (БДЗ) № 1 по теме «Числовые ряды»
					Контрольная работа (КР) № 1 по теме «Числовые ряды»
					Коллоквиум №1
2. Дифференциальные уравнения высших порядков. Элементы теории устойчивости	18	18	-	40	Контрольная работа № 2 по теме «ДУ первого порядка»
					Контрольная работа № 3 по теме «ДУ порядка выше первого, системы ДУ»
					Коллоквиум № 2
					Большое домашнее задание № 2 по теме «Приложения дифференциальных уравнений»

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
	2	2	Знакопеременные ряды, абсолютная и условная сходимость. Признак Абеля – Дирихле. Признак Лейбница.
	3	2	Дифференциальные уравнения и системы. Постановки задач. Задача Коши. Сведение уравнения к системе. Уравнения с разделяющимися переменными, однородные уравнения.
	4	2	Линейные уравнения первого порядка. Метод вариации. Уравнение Бернулли. Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель
	5	2	Уравнения, не разрешённые относительно производной: метод введения параметра. Методы понижения порядка в дифференциальном уравнении порядка выше первого.

	6	2	Метрические пространства. Примеры. Полные пространства. Полнота пространств $\mathbb{R}^n$ и $C[a,b]$ .
	7	2	Принцип сжатых отображений. Теорема существования и единственности решения уравнения, системы.
2	8, 9	4	Теорема существования и единственности для линейных систем. Дифференцирование векторов, матриц, определителей. Комплексная экспонента. Формулы Эйлера. Комплексные функции действительного аргумента.
	10	2	Линейные уравнения и системы. Связь решений однородного уравнения (системы) с решениями неоднородной. Фундаментальная система решений. Определитель Вронского.
	11	2	Однородные дифференциальные уравнения и системы с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Метод вариации для неоднородных уравнений и систем.
	12	2	Уравнения и системы с постоянными коэффициентами со специальной правой частью. Уравнение Эйлера.
	13, 14	4	Функциональные ряды. Равномерная сходимость. Дифференцирование и интегрирование рядов.
	15	2	Степенной ряд. Радиус сходимости. Разложение функций в степенные ряды. Разложение элементарных функций в ряд Тейлора. Интегрирование дифференциальных уравнений с помощью степенных рядов.
	16	2	Устойчивость дифференциальных уравнений и систем. Теорема Ляпунова. Устойчивость по первому приближению.

#### 4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практиче- ского занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Числовые ряды. Признаки сходимости рядов с неотрицательными членами.
	2	2	Знакопеременные ряды и ряды с комплексными членами. Абсолютная и условная сходимость. Признаки Абеля – Дирихле. Признак Лейбница.
	3	2	Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными и приводящиеся к ним.
	4	2	Однородные уравнения и приводящиеся к ним. Контрольная работа № 1
	5	2	Линейные уравнения. Уравнение Бернулли
	6	2	Уравнения в полных дифференциалах. Уравнения, не разрешённые относительно производной
	7	2	Контрольная работа № 2
2	8	2	Дифференциальные уравнения, допускающие понижение порядка
	9	2	Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами

	10	2	Линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами. Метод вариации.
	11	2	Линейные уравнения с постоянными коэффициентами с правой частью специального вида
	12	2	Уравнение Эйлера. Системы линейных однородных уравнений с постоянными коэффициентами
	13	2	Системы линейных однородных и неоднородных уравнений с постоянными коэффициентами
	14	2	Функциональные ряды. Степенные ряды.
	15	2	Устойчивость по Ляпунову. Устойчивость по первому приближению.
	16	2	Контрольная работа № 3

#### 4.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрены

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	7	Выполнение текущих домашних работ по темам практических занятий 1-7
	8	Выполнение Большого домашнего задания № 1
	2	Подготовка к контрольной работе № 1
	20	Подготовка к коллоквиуму № 1 (по темам лекций 1 - 7)
	3	Подготовка к контрольной работе № 2
2	7	Выполнение текущих домашних работ по темам практических занятий 8 -15
	3	Подготовка к контрольной работе № 3
	15	Подготовка к коллоквиуму № 2 (по темам лекций 8 - 13)
	5	Выполнение Большого домашнего задания № 2
	10	Подготовка к зачету

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

### 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

**Модуль 1** «Числовые ряды. Дифференциальные уравнения 1-го порядка»

✓ Теоретический материал (по темам лекций 1-7)

- ✓ Материалы для самостоятельной работы на практических занятиях и выполнения текущих домашних работ (план работ на практических занятиях, примерный перечень заданий текущих домашних заданий)
- ✓ Материалы для подготовки к контрольным мероприятиям (методические указания, типовые варианты контрольных работ, вопросы к коллоквиуму).

**Модуль 2 «Дифференциальные уравнения высших порядков. Элементы теории устойчивости»**

- ✓ Теоретический материал (по темам лекций 8-16)
- ✓ Материалы для самостоятельной работы на практических занятиях и выполнения текущих домашних работ (включают подробные планы работы на практических занятиях и примерный перечень заданий текущих домашних заданий)
- ✓ Материалы для подготовки к контрольным мероприятиям (методические указания, типовые варианты контрольных работ, вопросы к коллоквиуму).

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

### **Основная литература**

1. Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения: Учебник / Эльсгольц Л.Э. - 8-е изд. - М.: URSS. ЛКИ, 2014. - 312 с. - (Классический учебник МГУ).
2. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям [Текст]: Учеб. пособие / А. Ф. Филиппов. - 6-е изд. (и предыдущие издания) - М.: URSS. ЛЕНАНД, 2015. - 240 с. - (Классический учебник МГУ).
3. Е.В. Ржавинская, Т.А. Олейник, Т.В. Соколова. Ряды: теория и практика. Учебно-метод. пособие - М.: МИЭТ, 2015. - 76 с. - Имеется электронная версия издания.

### **Дополнительная литература**

1. Сборник задач по математике для вузов [Текст]: Учеб. пособие для вузов: В 4-х ч. Ч. 3: [Векторный анализ; Ряды и их применение; Теория функций комплексной переменной; Операционное исчисление; Интегральные уравнения; Уравнения в частных производных; Методы оптимизации] / А. В. Ефимов [и др.] ; Под ред. А.В. Ефимова, А.С. Поспелова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Физматлит, 2002. - 576 с. - Информация в названии части уточнена по обложке книги.
2. Лекции по обыкновенным дифференциальным уравнениям [Текст]: Учеб. пособие / Е. В. Ржавинская, Л. П. Белякова, Н. В. Жаркова; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. МИЭТ, 2012. - 132 с. - Имеется электронная версия издания. -
3. Ржавинская Е.В. Сборник заданий для самостоятельной работы студентов по курсу "Дифференциальные уравнения" / Ржавинская Е.В., Борзистая Е.Л., Прокофьев А.А. - М.: МИЭТ, 2007. - 60 с. Имеется электронная версия издания.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»**

1. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
2. <http://e.lanbook.com/> - ЭБС издательства ЛАНБ
3. <http://www.mathnet.ru/> - Общероссийский математический портал
4. <https://biblio-online.ru/> - ЭБС «ЮРАЙТ»

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Корпоративная информационно-технологическая платформа ОРИОКС  
(<http://orioks.miet.ru>)

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы*	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий, практических (семинарских) занятий и самостоятельной работы студентов, библиотека	Учебные аудитории для проведения лекционных занятий, практических (семинарских) занятий укомплектованы специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронно-образовательную среду Организации.	Пакет прикладных программ MATLAB (версия не ниже 8.0)

## 10. АКТИВНЫЕ И ИНТЕРАКТИВНЫЕ ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ

### 10.1. Краткое описание используемых активных и интерактивных форм.

На практических занятиях по дисциплине используются следующие интерактивные формы проведения занятий:

- Семинар-тренинг
- Семинар-дискуссия.

Большинство практических аудиторных занятий организационно состоит из двух частей: одна часть проходит в форме семинара-тренинга, другая – в форме семинара-дискуссии.

Форма семинара-тренинга и форма семинара-дискуссии соответствуют двум ступеням приобретения опыта деятельности – опыту репродуктивной и опыту продуктивной деятельности.

На семинаре-тренинге и семинаре-дискуссии деятельность педагога и деятельность учащихся обуславливают друг друга, причем деятельность учащегося в образовательном процессе доминирует. В основе обучения заложено диалоговое общение как между педагогом и студентами, так и между студентами. Характер взаимодействия педагога и студентов - сотрудничество.

*Общая характеристика семинара-тренинга.* Основное содержание обучения на семинаре-тренинге: деятельность учащихся по восприятию, осмыслению, запоминанию, закреплению базовых понятий, фактов, способов действий, самостоятельное применение базовых знаний и умений в стандартных и несколько измененных ситуациях (решение учащимися типовых учебных задач). В процессе решения студенты консультируются с педагогом и друг другом.

Типовой сценарий учебного занятия в форме семинара-тренинга включает в себя следующие этапы:

1. Проверка домашнего задания, актуализация исходных (для изучаемой темы) знаний и способов действий учащихся
2. Представление нового материала
3. Практика учащихся под руководством педагога
4. Самостоятельная практика учащихся
5. Подведение итогов (анализ преподавателя результатов работы группы в целом, самоанализ и самооценка учащимися собственной деятельности).

*Общая характеристика семинара-дискуссии.* Основное содержание обучения на семинаре-дискуссии: совместное решение учащимися эвристических учебных задач.

Задача педагога - обеспечить активное включение студентов в поисковую учебно-познавательную деятельность, организованную на основе внутренней мотивации. Учебная деятельность организуется как деятельность коллективно-распределенная, развернутая в атмосфере коллективного размышления, в ситуации дискуссии и совместных поисков, когда студенты обсуждают различные варианты решения задачи.

Типовой сценарий учебного занятия в форме семинара-дискуссии включает в себя следующие этапы:

1. Постановка задачи
2. Анализ задачи, выдвижения гипотез и предложений
3. Обсуждение гипотез и предложений
4. Выбор и осуществление системы действий и операций по обнаружению искомого (собственно решение).
5. Подведение итогов, обобщение и систематизация.

## **10.2. Перечень занятий, проводимых с использованием активных и интерактивных форм**

№ п/п	Тип занятия или внеаудиторной работы	Вид и тематика (название) интерактивного занятия
1	Практическое занятие 1	Семинар-тренинг и семинар-дискуссия по теме «Числовые ряды»
2	Практическое занятие 2	Семинар-тренинг и семинар-дискуссия по теме «Знакопеременные ряды»
3	Практическое занятие 3	Семинар-тренинг по теме «Уравнения с разделяющимися переменными»

4	Практическое занятие 4	Семинар-тренинг по теме «Однородные уравнения»
5	Практическое занятие 5	Семинар-тренинг по теме «Линейные уравнения. Уравнения Бернулли»
6	Практическое занятие 6	Семинар-тренинг по теме «Уравнения в полных дифференциалах. Уравнения, не разрешенные относительно производной»
7	Практическое занятие 8	Семинар-тренинг по теме «Дифференциальные уравнения, допускающие понижение порядка».
8	Практическое занятие 9	Семинар-тренинг по теме «Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами».
9	Практическое занятие 10	Семинар-тренинг по теме «Линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами. Метод вариации»
10	Практическое занятие 11	Семинар-тренинг по теме «Линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами и правой частью специального вида».
11	Практическое занятие 12	Семинар-тренинг по теме «Системы линейных однородных уравнений с постоянными коэффициентами».
12	Практическое занятие 13	Семинар-тренинг по теме «Системы линейных неоднородных уравнений с постоянными коэффициентами»
14	Практическое занятие 15	Семинар-тренинг и семинар-дискуссия по теме «Устойчивость по Ляпунову. Устойчивость по первому приближению».

### 11. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

№ п/п	Тип ФОС	Код подкомпетенции	Перечень элементов ФОС
1	ФОС по подкомпетенции	ОПК-1.ДУ	БДЗ № 2 по теме «Приложения дифференциальных уравнений» - практико-ориентированное задание
2	ФОС по элементам подкомпетенции	ОПК-1.ДУ	БДЗ № 1 по теме «Числовые ряды» КР № 1 по теме «Числовые ряды» Коллоквиум №1 КР № 2 по теме «ДУ первого порядка» КР № 3 по теме «ДУ порядка выше первого, системы ДУ» Коллоквиум № 2 Зачет

## 12. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 12.1. Особенности организации процесса обучения

Изучение дисциплины состоит из контактной и самостоятельной работы.

Основной формой контактной работы являются лекции и семинары (практические занятия). Их посещение обязательно. Дополнительно лектором и семинаристом проводятся аудиторные консультации. Посещать их необязательно.

В самостоятельной работе рекомендуется использовать учебно-методическое материалы, размещенные на сайте МИЭТ (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>) (перечень приведен в разделе 5 настоящего документа), учебную литературу (перечень приведен в разделе 6), ресурсы сети «Интернет» (перечень приведен в разделе 7).

### 12.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система.

Баллами оцениваются выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме 90 баллов), активность в семестре (в сумме 10 баллов). По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и сроки сдачи контрольных мероприятий, а также схема начисления баллов представлена в таблице ниже (см. также журнал успеваемости на платформе ОРИОКС <http://orioks.miet.ru/>). Все контрольные мероприятия должны сдаваться своевременно. В случае задержки (без уважительной причины) оценка за контрольное мероприятие может быть снижена.

#### Структура и график контрольных мероприятий

Контрольное мероприятие	Максимальные баллы	Учебная неделя
БДЗ № 1 по теме «Числовые ряды»	5	6
КР № 1 по теме «Числовые ряды»	10	5
Коллоквиум № 1	15	9
БДЗ № 2 по теме «Приложения дифференциальных уравнений»	5	10
КР № 2 по теме «Дифференциальные уравнения первого порядка»	10	11
Коллоквиум № 2	15	14
КР № 3 по теме «Дифференциальные уравнения порядка выше первого»	10	15
Активность	10	17
Зачет	20	17

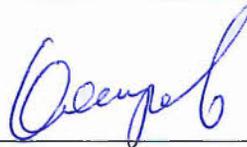
Мониторинг успеваемости студентов проводится в течение семестра трижды: по итогам 1-8, 9 – 12, 13 – 18 учебных недель.

При выставлении итоговой оценки используется следующая шкала:

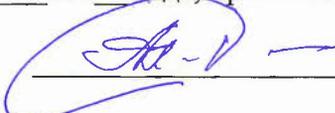
Сумма баллов	Оценка
Менее 50	2
50 – 69	3

70 – 85	4
86 – 100	5

**Разработчик:**

Профессор каф. ВМ-1, д.ф.-м.н.  /Кожухов И.Б./

Рабочая программа дисциплины «Дифференциальные уравнения» по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика», профилю «Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач» разработана на кафедре ВМ-1 и утверждена на заседании кафедры 26.06 2018 года, протокол № 11.

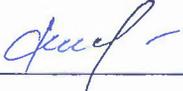
Заведующий кафедрой ВМ-1  /Прокофьев А.А./

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Программа согласована с Координационно-мониторинговым центром основных образовательных программ

Начальник КМЦ  /Никulina И.М./

Программа согласована с библиотекой МИЭТ

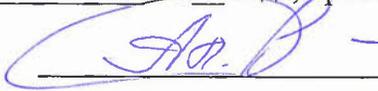
Директор библиотеки  /Филиппова Т.П./

70 – 85	4
86 – 100	5

**Разработчик:**

Профессор каф. ВМ-1, д.ф.-м.н.  /Кожухов И.Б./

Рабочая программа дисциплины «Дифференциальные уравнения» по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика», профилю «Применение математических методов к решению инженерных и естественнонаучных задач» разработана на кафедре ВМ-1 и утверждена на заседании кафедры \_\_\_\_\_ 201\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой ВМ-1  /Прокофьев А.А./

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Программа согласована с Координационно-мониторинговым центром основных образовательных программ

Начальник КМЦ  /Никulina И.М./

Программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки  /Филиппова Т.П./